世界隧道，1996，(6)：4-6

广州珠江沉管隧道概况

摘　要：本文论述了广州珠江沉管隧道的总体规划、实施过程、设计和试验研究中的主要原理并与世界上几座大型隧道进行了比较。最后论述了该隧道的社会效益和建成后两年来的经济效益。

1　前　言

世界上采用沉管法施工水下隧道已有近百年历史，该工法在江河海底修建隧道有着工期短、对航道影响小、可浅埋、与靠近两岸道路衔接容易以及可设计多线车道等优点。

我国应用此项技术起步较晚。60年代初，上海的工程技术人员就开展了此工法的理论研究探讨，但直至80年代初在我国大陆还未有采用沉管法修建水下道路隧道的实践和应用。1984年广州及浙江宁波开始进行应用沉管法修建珠江、甬江水下道路隧道的论证，标志我国大陆应用此项技术进入实践阶段。

进入80年代，根据城市总体规划要求，经过专家反复论证，于1984年7月正式提出在广州黄沙修建连接市中心河北与芳村两区的珠江水下道路隧道。同时，国务院正式批准了广州市城市总体规划，该规划中包括了地铁十字线的路网，其中连接芳村、天河两新区，贯穿市中心旧城区的东西线列为1号线。根据此要求把地铁1号线过江段与道路隧道同步设计施工。同年8月正式开展了黄沙至芳村珠江水下隧道可行性研究。经过对桥与隧、隧道的形式与工法的技术方案的可行性论证并根据隧址的地理环境、河道水深、码头及航道、海轮调头区等情况、过河通道衔接两岸道路及地铁1号线站位、埋深等的规划要求，过河通道只能采用沉管隧道这种形式。1986年12月广州市隧道开发公司与香港华德海洋工程公司签订了利用外资建设隧道的协议，同时市计委批准了可行性研究报告，珠江沉管隧道的建设进入了实施阶段。

进入实施阶段后，鉴于当时我国大陆在这一技术领域尚未有过实践，曾有过选择一家有经验的外国工程顾问公司进行设计，由日本熊谷组公司施工的设想。但均因报价过高未被采纳。因此，只能依靠国内的力量来进行设计施工。为确保设计和施工顺利进行，在建设过程中，建设单位耗费了400多万元人民币，委托国内多家科研、高校、设计等单位，对沉管法的各项关键技术进行了大量基础理论研究及关键工序的施工工艺试验研究，从而为规划、科研、设计和施工全过程中吸取国外先进技术，并结合当地具体情况成功地修建我国大陆第一座用沉管法施工的大型水下隧道打下了基础，使珠江沉管隧道工程取得的科技成果和修建技术总体上达到了国际先进水平。

2　总体规划

(1) 在可行性研究中，应用了交通工程学的理论，采用了以旅行时间为依据的“或全或无”分配法，通过面积—流量换算，取得分配隧道的百分数和车流量。

(2) 可行性研究报告中测算出的1994年通过隧道的交通流量为25 582车次/日，1995年为27 629车次/日，1996年为31 148车次/日。1994年1月18日隧道建成正式通车后，实际通过隧道的交通流量，1994年为

20 270车次/日，1995 年为 25 949 车次/日，1996 年一季度为 31 447 车次/日，证明车流量预测较为准确。

(3) 根据车流量预测确定隧道的设计通过能力，按车流量预测 1989 年小时交通流量已达 1 480 辆次。双线车道难以满足交通发展需要，故需采用四线车道。该隧道横断面为机动车与地铁共用的四孔钢筋混凝土箱型结构，横断面宽 33 m，高 8.15 m；隧道建筑长度 1 238 m，隧管段长 721 m，沉管（预制）段长 457 m，管节最大长度 120 m；隧道纵向坡度：最大 4.5%、最小 0.37%；设计行车速度 50 km/h。本隧道与世界几座主要大型沉管隧道几何参数的比较见表 1。

表 1　世界几座大型沉管隧道参数比较

编　号	隧道名称	地　点	完　工 年　份	沉管宽度 (m)	沉管总高度 (m)	沉管总长度 (m)	管段数	管段长度 (m)
1	迪斯岛隧道	加拿大	1959	23.80	7.16	629	6	104.9
2	旧金山海湾地铁隧道	美　国	1970	14.58	6.55	5 825	58	111
3	弗拉克隧道	荷　兰	1975	29.8	8	250	2	125
4	东京港公路隧道	日　本	1976	37.4	8.8	1 035	9	115
5	高雄跨港隧道	中国台湾	1984	24.4	9.35	720	6	120
6	古尔堡海峡隧道	丹　麦	1988	20.6	7.59	460	2	230
7	埃姆斯河隧道	德　国	1989	27.5	8.4	639.5	5	127.5
8	香港东区隧道	香　港	1990	35	9.8	1 859	15	122～128
9	利弗肯希克隧道	比利时	1991	31.25	9.6	1 136	8	142
10	广州珠江隧道	中　国	1993	33	8.15	457	5	22～120

3　在设计和试验研究中的主要技术理论及原理

(1) 纵向计算的两点假设：

① 假设土没有约束力，

② 假设沉管段的中心为不动点；

(2) 美国旧金山海湾地铁抗震设计理论；

(3) 简化计算模型——地面的弹性地基梁模型，输入地震波进行动力分析；

(4) 日本东京湾隧道的计算模型，输入地震波进行动力分析；

(5) 水压接原理；

(6) 弹性地基原理；

(7) 空气动力学理论；

(8) 光过渡原理。

4　科技成果的主要创新点和突破点

(1) 采用最后一节管段与隧道岸上段合成一体，使所有中间接头成为柔性接头，解决了同类工程最终接头的复杂工艺。

(2) 首次在 7 度地震设防区域成功地采用了不掺胶凝材料的后填砂流法基础，有效地控制了隧道的沉降。

(3) 根据珠江水文特性，放弃沉放对接中传统的鼻托构造，成功地采用 4 个支承块、单起重船吊挂（宽度超过 20 m 的沉管）的沉放对接施工工艺，保证了接头的精确对接。

(4) 经对方案深入研究对比，选用了道路和地铁共用的矩形钢筋混凝土沉管隧道。

该方案具有显著的技术经济合理性。

(5) 应用橡胶止水带、Ω钢板及剪切键的紧密配合，解决隧道温度应力、地震应力的影响，形成只有立体结构刚度 1/500 的柔性接头。

(6) 采用管节的浮力设计原则，有效控制了管节的干舷高度、形心位置，保证浮运沉放的安全施工和隧道的安全运营。

(7) 通过试验研究解决了纵向通风推力平衡计算的关键参数选择。

本隧道与世界几座沉管隧道的主要关键技术处理的比较见表 2。

表 2 世界几座大型沉管隧道关键技术比较

序号	名称	沉放方法	基础处理	接头形式	通风方式
1	迪斯岛隧道	双方驳自抬式沉放	喷砂基础	柔性接头	半横向通风
2	旧金山海湾地铁隧道	双方驳自抬式沉放	先铺刮平基础	柔性抗震接头	列车活塞效应
3	弗拉克隧道	横向布置浮筒吊沉	砂流法		纵向通风
4	东京港公路隧道	双方驳自抬式沉放	注浆基础	柔性抗震接头	半横向通风
5	高雄跨港隧道	双驳船沉放	砂流法（渗 4%颗粒水泥）	柔性抗震接头	纵向通风
6	吉尔堡海峡隧道	计算机控制压载水沉放	喷砂法	柔性接头	纵向通风
7	埃姆斯河隧道	两浮筒沉放	喷砂法	柔性接头	纵向通风
8	香港东区隧道	双方驳自抬式沉放	砂流法	柔性接头	全横向通风
9	利弗肯希克隧道		砂流法	柔性接头	全横向通风
10	广州珠江隧道	单起重船沉放	砂流法	柔性抗震接头	纵向通风

5 隧道的效益分析

5.1 社会效益

(1) 总面积为 40.8 km^2 的芳村区，1984 年由郊区改为市区级行政管理单位，芳村区常驻人口仅为 12 万人，全区每平方公里不足 3 000 人，而与之相望的河北岸清平街，平均密度达 15.97 万人/km^2。隧道建成后，1994 年芳村区常驻人口增加至 17 万人，流动人口（包括部、省驻区人口）为 13 万人，预计今年常驻人口增加 2 万人。

1986 年，芳村区的楼价为 700 元/m^2。隧道建成后，楼价增至 4 000 元/m^2，将有 5 个小区由外商进行投资开发。

隧道建成后，芳村区和河北岸市中心区的通道只有几百米距离，方便了市民的交通，调节了城市功能。

(2) 促进了广州地铁一号线的建设，隧道建成后，解决了地铁一号线的关键工程，促进了地铁一号线的征地拆迁，坑口、浰水两个拆迁小区占地面积 18.5 万 m^2，建筑面积 47 万 m^2，已建成 13 万 m^2。

5.2 经济效益

1994 年隧道运营收入 3 787 万元。

1995 年隧道运营收入 4 487 万元。

1996 年一季度运营收入 1 322 万元。

6 结 论

车流量预测与实测结果比较吻合，预测 2009 年隧道通过能力为 74 423 车次/日。如果能达到预测的 90%的通过能力，隧道建成后即可达到可行性研究报告的预测效果。